

Comportamento do clima de Palotina/PR de 1973 a 2010

ISABEL TAMARA PEDRON^{1*}; KELLY LAIS MARIANI²; JEAN LUCAS RIBEIRO DE FARIAS²; ALDA ROSSETTO²

¹Centro de Ciências Agrárias, Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE, Rua Pernambuco 1777, CEP 85960-000, Marechal Cândido Rondon/PR. E-mail: itpedron@yahoo.com.br. *Autor para correspondência

²Colégio Estadual Santo Agostinho, Rua General Rondon, 797, CEP 85950-000, Palotina/PR. E-mail: kelly.mariani@hotmail.com; jeanlucasribeiro@hotmail.com; rossetto@seed.pr.gov.br

RESUMO

Situada na região Oeste do Paraná, a cidade de Palotina teve colonização iniciada no final da década de 50 e da mata fechada até a quase total ocupação da terra por culturas agrícolas a cidade passou por muitas mudanças. A população aumentou da ordem de 4 mil pessoas em 1960 para 30 mil pessoas em 2010 e atualmente tem grande parte da economia baseada na agricultura e no agronegócio. Com disponibilidade de dados climatológicos desde 1972 este trabalho teve como objetivo identificar mudanças e tendências na séries diárias de precipitação, umidade relativa do ar, temperatura máxima, mínima, média, amplitude térmica e insolação ocorridos na cidade no período de 1973 a 2010. Foram utilizados os métodos de regressão linear e Mann-Kendall sazonal. No período total pode-se inferir tendência de diminuição na umidade relativa do ar, aumento das temperaturas máximas e médias, da amplitude térmica e da insolação. Também é possível detectar um aumento dos valores extremos de temperaturas máximas e mínimas na última década bem como aumento de secas e geadas. É mostrada também a evolução do desmatamento no período e a possível correlação entre a mudança no uso e cobertura da terra e a variação do clima em escala local.

Palavras-chave: temperatura, umidade, amplitude térmica, desmatamento, mudanças climáticas.

ABSTRACT

Behavior of the Palotina/PR climate from 1973 to 2010

Located in western Paraná, the city of Palotina had begun its colonization in the late 50's and the city has undergone many changes where land with dense forest was almost totally occupied by crops. The increased population of approximately 4,000 people in 1960 to 30,000 in 2010 and currently has much of the economy based on agriculture and agribusiness. With the availability of climate data since 1972 the aim of this work was to identify changes and trends in the series of daily data of precipitation, air relative humidity, maximum, minimum and mean temperature, thermal amplitude and insolation in the city from 1973 to 2010. Linear regression and Mann-Kendall seasonal methods are applied. For the whole period can be inferred trend of decrease in relative humidity, increased in maximum and mean temperatures, insolation and thermal amplitude. It is also possible to detect an increase in extreme values of maximum and minimum temperatures and increase in drought in the last decade. It is also shown the evolution of deforestation in the period and the possible correlation between the change in use and land cover and climate change on a local scale.

Keywords: temperature, humidity, thermal amplitude, deforestation, climate change.

INTRODUÇÃO

O clima descreve a sequência de condições de tempo meteorológico através de valores médios calculados ao longo de um período e analisados estatisticamente. Mudança climática é um termo completamente geral que engloba um grande conjunto de variações e estas ocorrem inclusive de forma cíclica, definidas como variabilidade climática, e caracterizar estes comportamentos depende da escala de tempo considerada. Do ponto de vista geral, as alterações climáticas globais resultam em grande parte da ação do ser humano (AVILA, 2007; IPCC, 2007). As influências antrópicas mais importantes sobre o clima são a emissão de gases de efeito estufa e as mudanças no uso da terra, como a urbanização e agricultura. Apesar do uso da terra ter sido geralmente considerado um problema ambiental local, o mesmo está se tornando uma força de importância global no processo (FOLEY et al., 2005).

Há evidências que o desmatamento e as mudanças no uso da terra modificam as características termodinâmicas da baixa atmosfera, resultado de complexas interações entre o clima, hidrologia, vegetação e o gerenciamento dos recursos água e terra (MARENGO & VALVERDE, 2007). Porém, enquanto as consequências esperadas das mudanças climáticas são globais, a ocorrência de eventos extremos e problemas ambientais específicos são geralmente fenômeno local ou regional, com impactos diretos na população. As alterações ocorrem de forma desigual, “imprimindo tendências localizadas, que refletem o modelo de desenvolvimento econômico e padrões de ocupação do espaço definidos em macroescala, mas cujas repercussões são mais claramente sentidas no nível local” (NUNES, 2002).

A cidade de Palotina, no oeste do Paraná (24° S, 54° W , 310 m) teve sua colonização iniciada na década de 50, com implantação de culturas agrícolas e com um desmatamento acentuado nas décadas de 60 e 70. A população aumentou da ordem de 4 mil pessoas em 1960 para 30 mil pessoas em 2010 (IBGE, 2012). A região tem grande parte da economia baseada direta ou indiretamente na agricultura, atividade que depende de forma crucial das condições climáticas. Para efetivamente avaliar possíveis tendências de mudanças climáticas são necessários longos registros de dados. A cidade dispõe de uma estação meteorológica do IAPAR - Instituto Agrônomo do Paraná (convencional), que disponibiliza dados desde setembro de 1972, e uma estação automática do SIMEPAR – Instituto Tecnológico Simepar que disponibiliza dados desde 1996. Estes dados possibilitam acompanhar a evolução das variáveis climáticas na escala tempo da ocupação da região e identificar mudanças significativas no comportamento das mesmas. Palotina também conta com uma reserva ecológica, a Reserva Biológica Estadual de São Camilo, criada pelo Decreto nº 6595, de 22.02.90, com área de 385,34 ha.

Este trabalho teve como objetivo identificar mudanças e tendências na sequência de dados de precipitação, temperatura máxima, mínima, média, umidade relativa do ar, amplitude térmica e insolação de Palotina-PR de 1973 a 2010.

MATERIAL E MÉTODOS

Dados e clima local

Segundo a classificação proposta por Köppen o clima da região é do tipo Cfa, caracterizado como subtropical: a média temperatura do ar no mês mais frio é inferior a 18°C (mesotérmico) e temperatura média dos meses mais quente acima de 22 °C, verões quentes e geadas pouco frequentes no período mais frio, podendo acontecer no período entre o fim de maio e o início de setembro. Os totais anuais de chuva estão entre 1600 e 2000 mm, apresentando no trimestre mais chuvoso precipitação de 400 a 600 mm e 250 a 400 mm no trimestre mais seco com tendência de concentração das chuvas nos meses de verão, contudo sem estação seca definida (CAVIGLIONE et al., 2001).

Foram estudadas séries diárias de temperaturas máxima, média, mínima, amplitude térmica, umidade relativa do ar, precipitação e insolação de Palotina (janeiro de 1973 a abril de 2011). Quando o objetivo da análise foi a comparação em décadas foram considerados dados até dez 2009. A insolação é a medida direta da radiação solar não bloqueada por nebulosidade, e é expressa em horas. Todos os dados das séries foram separados mês a mês e foram analisadas as séries completas para cada mês do ano no período considerado.

Para identificar tendências, inicialmente foi utilizada a análise de regressão linear e o efeito da regressão foi analisado pelo teste F ao nível de significância de 10%. Também foram identificadas frequências e localização temporal de valores extremos de temperatura, precipitação e secas.

Na sequência a análise de tendências foi feita utilizando o método de Mann-Kendall Sazonal.

O teste de Mann-Kendall e o método de Mann-Kendall Sazonal

O teste de Mann-Kendall (MANN, 1945; KENDALL, 1975; KHAMBHAMMETTU, 2005) é um teste não paramétrico para a identificação de tendências em séries temporais. O teste compara as magnitudes relativas dos dados de uma amostra, em vez dos valores dos dados em si. Os dados não precisam estar distribuídos em conformidade com qualquer distribuição de probabilidades em particular. A hipótese nula H_0 afirma que o conjunto de dados (x_1, x_2, \dots, x_n) são uma amostra de n variáveis aleatórias independentes e identicamente distribuídas. Alternativamente, a hipótese (H_1) de um teste bi-caudal é que a distribuição de x_i e x_j não são idênticas para todos os $i, j \leq n$ com $i \neq j$. A estatística de Mann-Kendall (S) é dada por

$$S = \sum_{k=1}^{n-1} \sum_{j=k+1}^n \text{sign}(x_j - x_k)$$

onde

$$\begin{aligned} \text{sign}(x_j - x_k) &= 1 & \text{se} & \quad (x_j - x_k) > 0 \\ &= 0 & \text{se} & \quad (x_j - x_k) = 0 \\ &= -1 & \text{se} & \quad (x_j - x_k) < 0. \end{aligned}$$

Um valor de S positivo muito elevado é um indicador de uma tendência crescente, e um valor muito baixo negativo indica uma tendência decrescente. No entanto, é necessário calcular a probabilidade associada com S e o tamanho n da amostra para quantificar a significância estatística da tendência. Kendall obteve a média e variância de S , pressupondo nenhuma tendência, com a esperança $E(S) = 0$ e variância

$$\text{Var}(S) = \left[n(n-1)(2n+5) - \sum_t t(t-1)(2t+5) \right] / 18$$

Aqui t é o número de elementos de qualquer grupo vinculado (número de valores iguais em um sub-conjunto de valores da série) e a soma é feita sobre todos os grupos. Na sequência é calculado o teste estatístico Z normalizado como segue:

$$Z = \begin{cases} \frac{S-1}{[\text{Var}(S)]^{1/2}} & \text{if } S > 0 \\ 0 & \text{if } S = 0 \\ \frac{S+1}{[\text{Var}(S)]^{1/2}} & \text{if } S < 0 \end{cases}$$

Escolhendo um nível de significância α , H_0 deve ser aceita ou rejeitada de acordo com o procedimento habitual, com a função de distribuição cumulativa normal.

O teste de Kendall sazonal pode ser usado para a série temporal com variação sazonal, com valores em falta, valores vinculados, ou valores inferiores ao limite de detecção, e não necessita de normalidade das séries temporais (HIRSCH et al., 1982). O teste é útil para avaliar a aleatoriedade de um conjunto de dados que podem ser separados por "estação" ou meses. Cada sub-amostra contém valores anuais para o respectivo mês. As hipóteses são colocadas da mesma forma. A estatística é uma soma da estatística de Mann-Kendall calculada para cada mês. Isso significa que, para o mês i é calculado a i -ésima estatística S_i e a sua respectiva variância $Var(S_i)$ de acordo com a proposição inicial. A estatística pode ser definida como $S^* = \sum_i S_i$, onde o

índice i corresponde ao mês i , com esperança $E(S^*) = \sum_i E(S_i) = 0$ e sua variância dada por $Var(S^*) = \sum_i Var(S_i)$.

Na sequência é calculado o desvio padrão usual (média zero e variância unitária)

$$Z = \begin{cases} \frac{S^* - 1}{[Var(S^*)]^{1/2}} & \text{if } S^* > 0 \\ 0 & \text{if } S^* = 0 \\ \frac{S^* + 1}{[Var(S^*)]^{1/2}} & \text{if } S^* < 0 \end{cases}$$

e segue o procedimento de Mann-Kendall. Neste trabalho foi escolhido o nível de significância de 5%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A vantagem de analisar as tendências por meses ou períodos é a possibilidade de encontrar resultados significativos que não aparecem na série completa. Inicialmente é apresentado na Tabela 1 o resultado de tendências baseado na regressão linear. Quando se aplica o método para médias anuais de todas as variáveis nenhuma apresenta tendência significativa, mesmo em nível de 10% no teste F. Porém analisando os dados separados por mês a umidade tem tendência de diminuição nos meses de março, julho, agosto e setembro, aumentando em janeiro e abril. A temperatura média aumenta em março, julho, outubro e dezembro, diminuindo em maio. Por sua vez a temperatura máxima aumenta em março, junho, agosto, setembro, outubro e dezembro. A mínima diminui em maio e agosto e aumenta em outubro. A amplitude térmica aumenta em agosto, setembro e dezembro. A precipitação não mostra nenhuma tendência significativa. Na sequência é apresentada Tabela 2 com os resultados obtidos pelo método de Mann-Kendall sazonal.

Os resultados quando se aplica o método de Mann-Kendall reforçam os obtidos pelo teste básico de regressão e conseguem detectar tendências subjacentes. Observando mês a mês pode-se obter algumas correlações no comportamento das variáveis. Em fevereiro ocorre uma diminuição na temperatura média e na insolação. Ou seja, uma diminuição na incidência da radiação direta pode contribuir para uma amenização na temperatura. Em março ocorre o mesmo efeito, mas nesse caso uma maior insolação implica maior incidência de energia e um aumento da temperatura máxima. Em maio a tendência de diminuição da temperatura efetivamente vem acompanhada da diminuição da insolação, porém essa ainda não é significativa ao nível de significância deste trabalho. O mesmo ocorre com junho, onde nesse caso a tendência é de aumento. Note-se que em agosto as temperaturas máximas e médias aumentam, enquanto que a

mínima diminui, aumentando a amplitude térmica. Essa tendência é reforçada pela diminuição da umidade, menores umidades possibilitam uma maior amplitude, mas também pela tendência de aumento da insolação. Mais insolação menos nuvens, então de dia a superfície recebe mais energia e aquece mais, e à noite a ausência de nuvens possibilita um resfriamento mais rápido devido à perda da radiação terrestre para o espaço. Esse comportamento aparece em setembro e dezembro. No período total pode-se inferir tendência de diminuição na umidade relativa do ar, aumento das temperaturas máximas e médias, da amplitude térmica e da insolação. Todas as variáveis são correlacionadas e é interessante buscar mais elementos para entender o processo.

TABELA 1. Comportamento das variáveis no período analisadas através da regressão linear. Tendências de diminuição significativas são indicadas por ↓ e de crescimento por ↑.

	Jan	Fev	Mar	Abril	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Umidade	↑	-	↓	↑	-	-	↓	↓	↓	-	-	-
Temp. Med.	-	-	↑	-	↓	↑	-	-	-	↑	-	↑
Temp. Max.	-	-	↑	-	-	↑	-	↑	↑	↑	-	↑
Temp. Min.	-	-	-	-	↓	-	-	↓	-	↑	-	-
Amplitude	-	-	-	-	-	-	-	↑	↑	-	-	↑
Precipitação	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Insolação	-	↓	↑	-	-	-	-	↑	↑	-	-	↑

TABELA 2. Comportamento das variáveis no período analisadas pelo método de Mann-Kendall sazonal. Tendências de diminuição significativas são indicadas por ↓ e de crescimento por ↑.

	Jan	Fev	Mar	Abril	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	TOTAL
Umid.	↑	-	↓	-	-	↓	↓	↓	↓	-	-	↑	↓
Temp med	-	↓	-	-	↓	↑	-	↑	↑	↑	-	↑	↑
T Max	-	-	↑	-	↓	↑	-	↑	↑	↑	-	↑	↑
T min.	-	-	-	-	↓	-	-	↓	-	↑	-	-	-
Amp. Term	-	-	-	-	-	-	-	↑	↑	-	-	↑	↑
Prec.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Insol.	-	↓	↑	-	-	-	-	↑	↑	-	-	↑	↑

Em relação à precipitação, apesar de no método de MK sazonal o valor de S ser sistematicamente negativo em todos os meses, indicando tendência de diminuição, a tendência ainda não é estatisticamente significativa. O mesmo ocorre com os valores acumulados anuais, onde a tendência é decrescente. Note-se que tem sido observado um aumento das chuvas no Sul e partes do Sul do Brasil, na bacia do Paraná-Prata, desde 1950, consistente com tendências similares em outros países do Sudeste da América do Sul (MARENGO, 2008). Nesse ponto é importante ressaltar características locais para as variáveis climáticas onde o comportamento pode diferir de estudos com áreas mais abrangentes. Por outro lado, considerando chuvas maiores ou iguais a 100 mm ocorreram 27 eventos no período, sem diferenças significativas nas décadas e relativamente distribuídos em todos os meses do ano, porém com maior frequência

em fevereiro, maio e dezembro (4 eventos em cada mês), seguidos por janeiro, março e setembro (3 eventos cada).

Também a partir dos dados é possível notar um aumento dos valores extremos nas temperaturas nas últimas décadas. A Figura 1 mostra o aumento no número de ocorrências de temperaturas máximas diárias maiores que 36°C . A média do período para a temperatura máxima é de $28,7^{\circ}\text{C}$. Desde 2001, com exceção de 2004 e 2009, todos os anos tiveram temperatura máxima diária média maior que a média do período. Mas isso não foi só em Palotina. Conforme recente relatório da NASA a última década foi a mais quente desde os registros a partir de 1880 (COLE & MCCARTHY, 2013).

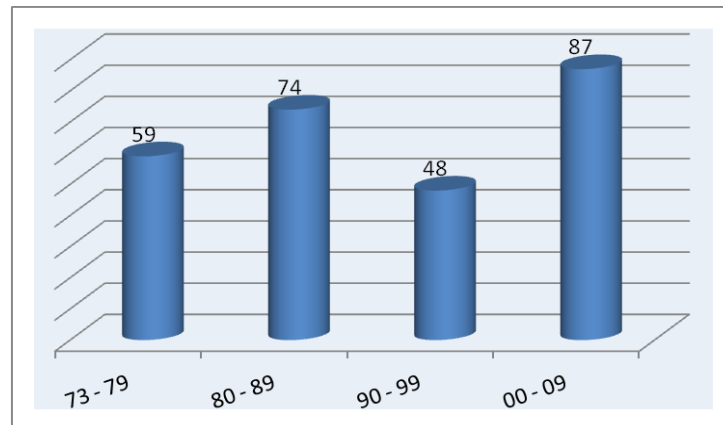


FIGURA 1 - Número de dias com temperatura máxima diária maior que 36°C no período.

Também o número de vezes que a temperatura ficou abaixo de 1°C aumentou significativamente (Figura 2), caracterizando uma acentuação de eventos extremos. Temperaturas mínimas com valores iguais ou menores que 0°C ocorreram 17 vezes na década de 70, 21 vezes nas décadas de 80 e 90 respectivamente e 33 vezes na de 2000-2009. Uma consequência direta é um aumento na frequência de ocorrências de geadas.

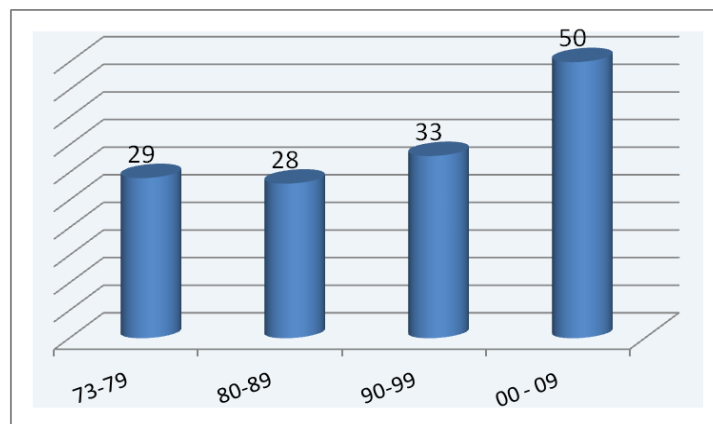


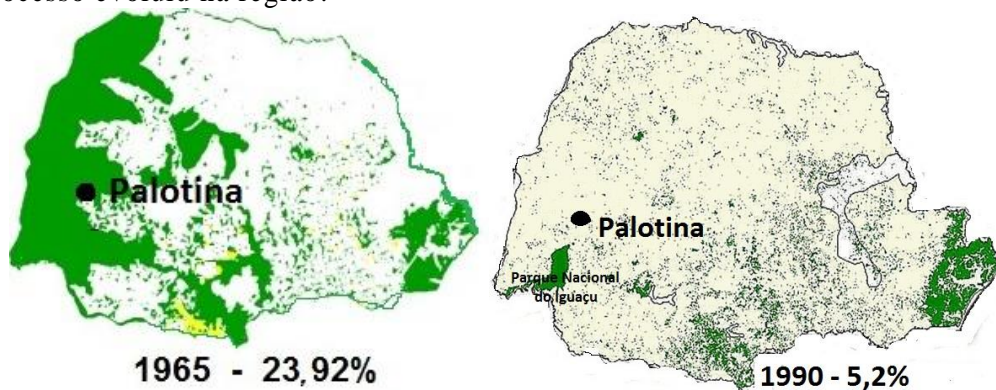
FIGURA 2 - Número de ocorrências de temperatura mínima abaixo de 1°C no período.

Em relação às secas houve um aumento significativo de sequências de dias secos com mais de 20 dias nas últimas décadas, porém com mais de 30 dias houve um evento em cada década como pode ser verificado na tabela 3. Secas com 20 ou mais dias ocorreram 25 vezes no período e os meses com maior frequência foram julho (7 eventos), maio, agosto e setembro (5 eventos cada). Janeiro, fevereiro, junho e dezembro apresentaram um evento.

TABELA 3. Frequências de ocorrência de secas no período.

Dias sem chuvas	Déc. 70	Déc. 80	Déc. 90	Déc. 00
15 ou mais	12	19	15	26
20 ou mais	4	4	6	11
25 ou mais	1	1	1	7
30 ou mais	1	1	1	1

De um ponto de vista geral, sabe-se que em relação à temperatura as influências antrópicas mais importantes sobre o clima são a emissão de gases de efeito estufa e as mudanças no uso da terra, evidenciadas pela urbanização e agricultura. Porém tem sido difícil separar essas duas influências, pois ambas tendem a aumentar média diária da temperatura de superfície (KALNAY & CAI, 2003). A população de Palotina não aumentou de forma significativa e mesmo concentrada na área urbana não justificaria a elevação, uma vez que a estação meteorológica se encontra afastada do centro da cidade e próxima à reserva florestal de São Camilo. A cidade de Cascavel, também na região Oeste e a 100 km de Palotina também tem tendência de elevação de temperaturas máximas, médias e mínimas no mesmo período (PEDRON, 2012; XAVIER & PEDRON, 2008) porém sua população aumentou de 39.598 em 1960 para 289.172 em 2010 (IGGE, 2012). É possível associar o aumento de temperaturas ao desmatamento e mudanças na cobertura do solo. O estado do Paraná, de 1890 a 1990, reduziu sua cobertura florestal de 83,4% de seu território para cerca de 5,2% (GUBERT FILHO, 2012). O desmatamento avançou rapidamente do litoral até a fronteira oeste e a Figura 3 mostra como este processo evoluiu na região.

**FIGURA 3** - Percentual de floresta nativa remanescente no estado do Paraná entre as décadas de 60 a 90 (adaptado de Gubert Filho, 2012).

O município possui uma área de 647,430 km² e a cobertura vegetal original foi praticamente devastada e substituída por áreas cultivadas. A parcela remanescente de floresta latifoliada soma hoje apenas 3,8% da área do município (SCHNEIDER et al., 2005). Em muitas simulações de modelos climáticos as mudanças de cobertura do solo e distribuição da vegetação implicam alterações relativamente grandes de muitas variáveis climáticas de superfície, principalmente em escala local e regional (FINDELL et al., 2007; HIROTA et al., 2011). Esses também poderiam ser fatores para a tendência de diminuição da umidade relativa do ar.

Deve ser considerada também a variabilidade natural do clima na região, principalmente associada ao fenômeno ENOS- El Niño Oscilação Sul. O El Niño-EN, que ocorre irregularmente em intervalos de 2 a 7 anos, com uma média de 3 a 4 anos (CPTEC, 2012), é decorrente da elevação anormal da temperatura das águas do oceano Pacífico Equatorial, enquanto que o fenômeno La Niña-LN está relacionado com o resfriamento anormal destas águas. O efeito destas anomalias é uma alteração do padrão dos ventos que implicam mudanças

da circulação da atmosfera nos níveis baixos e altos e mudanças nos padrões de transporte de umidade. Como consequência ocorrem variações na distribuição das chuvas bem como aumento ou queda da temperatura característica. Para Palotina, considerando o período de 1973-2008, a precipitação acima da média foi de 85,71% para anos que apresentaram EN e 14,28% para anos de LN, assim como a temperatura acima da média correspondeu a 70,59% de ocorrência de EN, 23,52% a anos de LN e 5,89% a fenômeno ausente (NATH & PEDRON, 2010). Esse padrão de comportamento é característico do sul do Brasil (GRIMM et al., 1998). Como pode ser verificado na Tabela 4 as ocorrências estão distribuídas ao longo do período considerado (CPTC, 2012), então tendências constante de crescimento ou diminuição das variáveis não estão associadas ao fenômeno, na escala destas quatro décadas.

TABELA 4. Ocorrência dos fenômenos El Niño (EN) e La Niña (LN) no período.

73-76	LN forte	88-89	LN forte	98-01	LN fraco
76-80	EN fraco	90-93	EN forte	02-03	EN moderado
82-83	EN forte	94-95	EN moderado	04-07	EN fraco
83-85	LN moderado	95-96	LN fraco	07-08	LN forte
86-88	EM moderado	97-98	EM forte	09-10	EN fraco

CONCLUSÕES

É possível identificar tendências significativas no comportamento de algumas variáveis climáticas no município de Palotina/PR no período de 1973 a 2010. Pode-se inferir tendência de diminuição na umidade relativa do ar, aumento das temperaturas máximas e médias, da amplitude térmica e da insolação. Também é possível detectar um aumento dos valores extremos de temperaturas máximas e mínimas na última década bem como aumento de secas e geadas.

AGRADECIMENTOS

À Fundação Araucária pela bolsa de Iniciação Científica Júnior (Kelly Mariani) e ao Iapar e Simepar pela disponibilização dos dados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AVILA, A.M.H. **Uma Síntese do Quarto Relatório do IPCC. Revista MultiCiência**, Campinas, n.8, p.163- 168, 2007.

CAVIGLIONE, J.H.; KIIHL, L.R.B.; CARAMORI, P.H. OLIVEIRA, D. Cartas climáticas do Paraná. Londrina: IAPAR, 2000, Disponível em: <http://iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=677> .Acesso em: 20 abril 2012.

COLE, L.; MCCARTHY, S. NASA Research Finds Last Decade was Warmest on Record. RELEASE : 10-017. Disponível em <http://www.nasa.gov/home/hqnews/2010/jan/HQ_10-017_Warmest_temps.html>. Acesso: Jan/2013.

CPTEC - CENTRO DE PREVISÃO DE TEMPO E ESTUDOS CLIMÁTICOS. El Niño e La Niña. Disponível em: <<http://enos.cptec.inpe.br/>>. Acesso: Ago/2012.

FINDELL, K.L.; SHEVLIAKOVA, E.; MILLY, P.C.D. et al. Modeled impact of anthropogenic land cover change on climate. **Journal of Climate**, v.20, n.14, p.3621-3634, 2007.

FOLEY, J.A. et al. Global consequences of land use. **Science**, v.309, p.570–574, 2005.

- GRIMM, A.; FERRAZ, S.E.T.; GOMES, J. Precipitation anomalies in Southern Brazil associated with El Niño and La Niña events. **Journal of Climate**, v.11, p.2863-2880, 1998.
- GUBERT FILHO, A.F. O desflorestamento do Paraná em um século. In: **Reforma Agrária e Meio Ambiente**. Disponível em: www.itcg.pr.gov.br/arquivos/File/LIVRO_REFORMA_AGRARIA_E_MEIO_AMBIENTE/PARTE_1_1_FRANCISCO_GUBERT.pdf. Acesso: Jul/ 2012.
- HIROTA, M.; OYAMA, M. D.; NOBRE, C. Concurrent climate impacts of tropical South America land-cover change. **Atmospheric Science Letters**, v.12, n.3, p.261-267, 2011.
- HIRSCH, R.M.; SLACK, J.R.; SMITH, R.A. Techniques of trend analysis for monthly water quality data. **Water Resour. Res.**, v.18, n.1, p.107-121, 1982.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/. Acesso: Jul/2012.
- IPCC. Intergovernmental Panel on Climate Change. Solomon, S. (Ed.) *et al.*, **Climate Change 2007: The Physical Science Basis**, Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the IPCC, Cambridge Univ. Press, New York, 2007.
- KALNAY, E.; CAI, M. Impact of urbanization and land-use change on climate. **Nature**, v.423, n.6939, p.528-531, 2003.
- KENDALL, M.G. **Rank Correlation Methods**, 4. ed. London: Charles Griffin, 1975.
- KHAMBHAMMETTU, P. HydroGeoLogic, Inc. – OU-1 Annual Groundwater Monitoring Report – Former Fort Ord, Appendix D, Mann-Kendall Analysis Rep., Califórnia, 2005.
- MANN, H.B. Non-parametric tests against trend. **Econometrica**, v.33, p.245-259, 1945.
- MARENCO, J.A.; VALVERDE, M.C. Caracterização do clima no Século XX e Cenário de Mudanças de Clima para o Brasil no Século XXI usando os modelos do IPCC-AR4. **Revista Multiciência**, Campinas, n.8, Mudanças Climáticas, Maio 2007.
- MARENCO, J.A. Água e mudanças climáticas. **Estudos Avançados**, São Paulo, v.22, n.63, p.83-96, 2008.
- NATH, C.D.; PEDRON, I.T. Influência dos fenômenos El Niño/La Niña no clima da região oeste do Paraná. XIX EAIC. **Anais...** Guarapuava, PR, 2010.
- NUNES, L.H. Aproximações sobre mudanças climáticas globais. **Revista Terra Livre**, São Paulo, v.1, n.18, p.179-184, 2002.
- PEDRON, I.T. Anthropogenic effects and climate change on mesoscale: deforestation and population and trends in humidity and temperatures. In: World Congress on Water, Climate and Energy, 2012, Dublin. Abstracts, 2012. v. 1. p. 1-4. Disponível em: <http://keynote.conference-services.net/resources/444/2653/pdf/TWAWCE2012_0743.pdf>.
- SCHNEIDER, A.V.; ROCHADELLI, R.; BONILHA, R de M. Impacto socioeconômico decorrente da implementação da reserva florestal legal: um estudo de caso. **Floresta**, Curitiba, v.35, n.3, 2005.
- XAVIER, L.H.; PEDRON, I.T. Evolução da temperatura média no oeste do Paraná. In: XVII EAIC, 2008, Foz do Iguaçu. **Anais ...**, Foz do Iguaçu, 2008.